听力损失老年人跌倒的研究进展

刘佳敏，戴付敏，赵亚莎，等. 听力损失老年人跌倒的研究进展［J］. 中国全科医学，2022. ［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0860

刘佳敏[1] 戴付敏[2*] 赵亚莎[1] 韩琳[1]

基金项目：河南省医学科技攻关计划省部共建项目"综合防治模式下社区居家多病共存老年人医康养一体化服务实证研究"（项目编号：SB201901069）

1. 475004 河南省开封市，河南大学护理与健康学院
2. 450003 河南省郑州市，河南省人民医院
*通讯作者：戴付敏，河南省人民医院内科党委书记，硕士生导师，教授；电子邮箱：fumind99@163.com

【摘要】 老龄化程度不断加深的背景下，老年人听力损失的发生率越来越高，成为日益严重的公共卫生问题，听力损失会限制老年人监测和感知空间方位的听觉线索能力，导致方向混乱，增加老年人跌倒的风险。本研究通过对听力损失老年人跌倒及相关损伤的流行病学特征、发生机制、影响因素以及防治四个方面展开综述，旨在为存在听力损失的老年人提供个性化的干预防治措施和降低其跌倒的发生率提供参考依据。

【关键词】 听力损失；老年人；跌倒；研究进展

Research progress of falls in the elderly with hearing loss

LIU Jiamin[1] DAI Fumin[2] ZHAO Yasha[1] HAN Lin[1]*
1. *School of Nursing and Health, Henan University, Kaifeng 475004, China*
2. *Henan Provincial People's Hospital，Zhengzhou450003，China*
**Corresponding author：DAI Fumin， Professor， Master supervisor； E-mail：fumind99@163.com*

【Abstract】 In the context of the deepening of aging, the incidence of hearing loss in the elderly is getting higher and higher, which has become an increasingly serious public health problem. Hearing loss will limit the ability of the elderly to monitor and perceive the auditory cues of spatial orientation, resulting in confusion of direction and increasing the risk of falling in the elderly. This study summarized the epidemiological characteristics, mechanism, influencing factors and prevention of falls and related injuries in the elderly with hearing loss, aiming to provide personalized intervention and prevention measures for the elderly with hearing loss and provide reference for reducing the incidence of falls.

【Keywords】 Hearing loss；the elderly；fall；research progress

前言

听力是指启动听觉器官，接收声音信息的一种能力，良好的听力有助于空间定位和避免跌倒的危害[1]，听力损失指听觉系统中的传音、感音及对声音的综合分析的各级神经中枢发生器质性或功能性异常，导致听力出现不同程度的减退[2]，听力损失会限制老年人监测和感知空间方位的听觉线索能力，导致方向混乱，增加老年人跌倒的风险[3]。跌倒是老年人常见的意外事件，由多种因素综合作用导致[4]，据世界卫生组织(WHO)报告，跌倒是全球老年人面临的主要健康问题，而且在老年人意外伤害中的发生率和死亡率均居首位，跌倒不仅造成老年人身体上的创伤和残疾，而且还将导致如抑郁、焦虑、活动限制、跌倒恐惧等问题，近些年研究中发现存在听力损失的老年人跌倒的发生率越来越高[5]，造成此类群体跌倒的影响因素不同于一般老年人，因此展开对该群体跌倒及相关损伤的相关研究很有必要。本研究通过对听力损失老年人跌倒及相关损伤的流行病学特征、发生机制、影响因素以及防治四个方面展开综述，旨在为存在听力损失的老年人提供个性化的干预防治措施和降低其跌倒的发生率提供参考依据。

1 听力损失老年人跌倒的发生情况

最新的研究结果显示老年人听力损失与跌倒之间存在因果关系，存在听力损失的患者即使没有前庭疾病或平衡障碍也有跌倒的风险[6]。不同国家和地区对不同种族的人群进行的大量研究发现听力损失与跌倒之间的潜在相关性[7]，听力损失作为老年人跌倒的危险因素之一，导致其平衡能力下降、步幅长度变异性增加、姿势控制能力下降

等[8]。研究者[9]对12项符合条件的文献进行系统评价，发现听力受损老年人跌倒的发生概率是听力正常的老年人的2.39倍（*OR*=2.39，95%*CI*:2.11-2.68），同时在亚组分析中发现听力损失与72%的跌倒发生率增高相关，并随着年龄的增长，尤其是老年性听力损失（感音神经性听力损失）的不断发展，使跌倒及相关损害成为老年人发病率和死亡率升高的主要原因[10]，日益成为全球关注的重要公共卫生问题[11]。迄今为止，根据世界卫生组织的报告，中国老年人口跌倒的年患病率已达到6.5%至30.6%[12]，其中一项为期7年[13]的纵向研究结果显示，听力损失与中国老年人跌倒的发病率增加显著相关，其中听力损失组跌倒的发生率为17.4%，中国老年人自我报告的听力损失的患病率相对高于许多发达国家，归结原因是受传统观念影响，中国老年人认为听力损失是老龄化生活的正常组成部分，易忽略与听力损失相关的问题，进一步导致我国人口中听力损失的患病率和跌倒相关问题的发生率更高[14]。

2 听力损失老年人跌倒的发生机制

2.1 神经病理学机制

听力损失是由内耳感觉细胞损伤累积引起的老年人群中最常见的慢性疾病[15]。由于前庭和听觉器官之间的发育、解剖和生理相似性，它们相关的神经通路之间的重叠和对环境风险因素（如溶剂和噪音）的普遍敏感性[16]，致使听力损失老年人的前庭功能障碍和平衡功能障碍共存[17]，同时这两个系统也容易受到与年龄相关的钙代谢变化的影响，这也与听力损失老年人跌倒及跌倒相关损害有关[18]。

2.2 感官剥夺机制

有研究表明，与年龄相关的听力损失导致的长期感觉剥夺对大脑结构和功能产生持久不利影响，导致大脑皮层重新分配、去传入或萎缩，使语音感知处理能力下降和高水平认知处理的关键大脑区域发生改变，如大脑皮质体积的变化和减少、大脑病理学改变（淀粉样蛋白负荷、神经元损失等）[19]，使其对周围环境的听觉和空间意识降低[20]，进一步降低步行期间保持平衡的认知和紧急情况的反应能力[21]。信息退化假说认为降低的感官能力输入需要更高的信息处理能力，包括更高的认知处理和语义编码的能力[22]，这就需要更高的听力水平和听力要求，特别是对注意力、记忆力和执行功能提出较高的要求，听力要求的增高将导致平衡功能损害[23]，使他们更易发生跌倒及相关损害。

2.3 物理学机制

Mohammadi Midya[23]等人发现与安静状态下相比，通过听觉输入的白噪声与头部姿势摇摆的减少有关，包括摇摆面积、摇摆幅度和摇摆频率的减少，Ross 和 Balasubramaniam[24]利用随机共振来解释这一现象，听觉白噪声在参与者睁眼或闭眼站立姿势控制中的作用，发现当听觉噪声引入时，尤其是当参与者闭眼站立时，姿势摇摆变异性降低，这种降低归因于随机共振，即在噪声存在时信号的放大，信号、噪声、非线性随机系统产生的协同现象，而在听力损失的情况下，听觉传入信号的能力降低，身体和头部的姿势摇摆面积、幅度、频率增加，随机共振的效应降低，姿势控制的变异性增加，使其更容易发生平衡功能受损和跌倒相关情况的发生。

3 听力损失老年人跌倒的影响因素

3.1 年龄

有研究表明，听力损失老年人的年龄每增加1年，发生姿势不稳致跌倒及相关损伤的几率增加1.13倍[25]。归结原因为听力损失老年人随着年龄增长，会出现注意力降低、定向力障碍等生理功能减退的表现[26]，且听力损失程度会随着年龄增加而不断加重，严重的听力损失会限制老年人监测和感知空间方位的能力，导致平衡和定向力障碍，姿势控制的稳定性降低，从而增加听力损失老年人跌倒及相关损害的发生率[27]，这一点不同于一般老年人跌倒的原因。

3.2 性别

有研究表明，女性出现姿势不稳致跌倒及相关损害的几率比男性高1.65倍（95% CI，1.12-2.42）[25]。归结原因为听力损失的老年女性一方面由于绝经，使体内激素水平的变化，骨骼肌蛋白质平衡明显下降，蛋白质合成代谢能力的降低，使蛋白质周转率下降，导致骨骼肌肉大小和质量的损失[28]，有研究表明骨密度每下降10%，跌倒和骨折的风险就会增加2～3倍[29]，这也是所有老年女性都会面临的问题；另一方面听力损失更容易使女性产生社会隔离感、焦虑抑郁，导致认知功能障碍，进一步增加跌倒及相关损害的风险[30]，因此对于听力损失的老年人，尤其是高龄以及老年女性，注意早期听力损失的筛查、诊断和治疗，并进行适当的运动、营养支持和心理治疗，对增加肌肉质量、改善骨密度、改善负性情绪、降低跌倒及相关损害的发生率有着极其重要的意义。

3.3 听力损失程度

有研究表明听力损失程度和老年人跌倒发生率之间存在明显的剂量-反应关系，即随着听力损失程度的越高，其跌倒及相关损伤的发生率也越高[31]。相关研究也证实了这一点，存在听力损失（PTA≥25dBHL）的老年人与最近一年内报告跌倒的发生率增加近三倍有关，且听力损失每增加10dBHL，个人报告在过去一年内出现跌倒的概率

就会增加 1.4 倍[32]，其中重度听力损失和极重度听力损失老年人的姿势不稳致跌倒及相关损害的发生率为 12.2%和 11.9%[25]，且严重的听力损失会增加老年人整个生命周期中桡骨远端、髋部和脊柱骨折的风险[33]。归结原因一方面为听力损失程度的增加导致老年人执行能力和定向力障碍的不断加重，表现为更大的压力中心位移和速度，证实姿势控制能力及平衡能力较差，这与跌倒发生率增加有关[34]。另一方面中度及以上听力损失的老年人表现为日常言语交流困难，多数情况可能需要讲话人经常重复讲话内容才能听清，甚至需要在耳边大声喊叫才能听懂部分内容，很大程度上导致听力损失老年人的沟通交流障碍和言语感知能力下降，沟通障碍的不断加重使听力损失老年人更不愿与其他人交流，产生孤独、抑郁、焦虑和社会隔离感[35]，甚至会造成不同程度的认知功能障碍，这进一步增加其跌倒及相关损害的发生率。

3.4 听力损失性质

双耳不对称性听力损失(asymmetrical hearing loss，AHL)是老年人跌倒及相关损害的危险因素。不对称性听力损失是指听力较差耳为重度及以上听力损失，而对侧耳为轻度及中度听力损失[36]，主要表现为声源定位困难、噪声下言语识别能力下降、认知功能受损[37]，若长时间存在不对称性听力损失，一直使用较好耳聆听，大脑会牺牲声源定位能力来换取一段时间内听力的强化，但是这种代偿对以后双侧听力和声源定位能力的恢复不利，甚至造成两耳听力损失程度的恶化，一方面会造成听力损失老年人严重的定向力障碍、认知功能障碍、言语沟通障碍、不良情绪的出现等，这些情况的出现很大程度上会增加其意外情况和跌倒及相关损害的发生风险；另一方面，尤其是针对职业噪声性听力损失(Noise-Induced Hearing Loss，NIHL)老年人，双耳听力损失存在不对称性更加显著，且一般右耳听力损失程度高于左耳[38]，这与右半球被认为是专门处理听觉信息，在说话方面有优势有关[39]，与左耳相比，右耳的听力损失程度越严重，听力损失老年人步态参数的变异性增加更明显，使肢体间协调性差和平衡控制机制恶化，导致存在 AHL 的老年人跌倒及相关损伤的发生率增加。这与相关研究结果一致，即严重的 NIHL(≥52.5dBHL)与听力损失退休工人跌倒后住院之间存在相关性(OR=1.97, 95%CI:1.001-3.876)[40]。

3.5 步态表现

听觉反馈通过提供时间和空间信息来调节步态变化，随着年龄的增长和听力损失的加重，导致老年人步态参数发生变化，包括步行速度减慢、步幅减少、步频降低等，有研究发现左右耳听力损失程度不断加重，步态参数的变异性增加就越大[41]，有研究发现步态速度较慢的中度听力损失老年人表现较高的跌倒发生率[42]；同时，听觉反馈对肢体反馈很重要，听力损失会导致肢体间协调受损、步态参数的变异性增加和平衡控制机制恶化，成为老年人跌倒的原因[41]。因此对于听力损失老年人进行日常步态检测，尽早地发现步态参数的变异性，尽早采取及时有效的干预手段，防止意外事故、跌倒及相关损害的发生风险。

3.6 助听相关设备的使用

佩戴助听器能够改善听力损失程度，有研究[43]探讨 65 岁以上的听力损失患者在有助听器辅助和无辅助条件下的姿势稳定性，在白噪声环境中使用 Romberg 泡沫垫和串联步态检查，结果发现使用助听器的听力损失老年人有更好的姿势稳定性。2016 年的一项研究[44]也证实了这一点，该研究使用 Nintendo Wii 平衡板和泡沫垫测试其在 4 种声学环境中的姿势稳定性，结果发现与没有佩戴助听器的患者相比，佩戴助听器的姿势稳定性更高，跌倒发生次数更少[45]。也有研究发现[46,47]发现佩戴助听器的听力损失老年人生活质量得到明显改善，跌倒恐惧感降低。人工耳蜗植入也是改善听力困难程度的方式，有研究[48]评估了人工耳蜗植入对平衡控制和感觉运动方式的影响，发现人工耳蜗植入者的平衡功能能够接近正常水平，以及其步态稳定性有所改善，进一步降低了跌倒的风险[49]。这些发现证实，恢复听力水平有助于改善患者的平衡调节能力。因此，这些发现进一步强调了听力保健的重要性。佩戴相关助听设备是治疗听力损失老年人平衡功能障碍的一种新型方式，且为避免该人群跌倒及相关损害具有重要的公共卫生学意义。

3.6 其他

一些研究发现脑血管疾病、使用≥5 种药物、社会功能评分降低、抑郁焦虑水平升高与听力损失老年人跌倒及相关损害有关[42,50,51]，但是由于相关研究的样本量、研究方法及研究工具不同，使研究结果的异质性较高，导致其研究的证据质量和可靠性降低，后面的研究应该针对这些问题，进行改进和完善，增加研究结果的可信度和普适性。

4 听力损失老年人跌倒的防治措施

4.1 听力损失老年人的早发现、早预防、早诊断治疗

听力损失在老年人群中发生率较高, 其发生发展具有隐匿性及渐进性的特点。通过早期发现预防和诊断治疗, 能及时选择合适的治疗和干预方法, 从而降低了由听力损失所带来的跌倒等不良结局的发生率。

4.1.1 听力损失老年人的早期发现

听力损失老年人早期临床表现为听觉与言语识别能力下降[52]、异常情绪（偏执、抑郁、焦虑）与生活不适感增加[53]、大脑认知功能减退[54]等，出现上述情况应尽早地进行早期的听力筛查。听力损失老年人的早期筛查发现可借助于自我评定、老年听力障碍筛查量表、测听软件和便携式听力仪等筛查工具，尽早判定听力损失的情况[55]。老年人可以进行早期听力的自我评定，根据日常生活中的经验对自身听力状态进行评价, 以初步快速判断是否存在听力损失，但是筛查的灵敏度和特异度不高，也可选用老年听力障碍筛查表 (HHIE-S)，其特异性和敏感性与纯音测听中听阈界定的关系较显著[56]。随着科技的进步以及智能手机的普及,手机测听软件筛查的新型家庭式的听力筛查方式应运而生，在智能手机中下载测听软件, 以每次最小 5dB 的幅度调节声音大小, 然后可以调节 250Hz 至 8kHz 间的所有测试频率, 受试者听到声音后即按键表示, 信息便可被采集, 最后可绘制成一张听力曲线图, 表明受试者的听力情况，但这对测听环境的要求较高，为了保证测听结果的专业性和可靠度[57]，建议到专门的测听机构进行气导和骨导的纯音听阈测听、耳声发射、听觉诱发反应、 言语识别能力早期评估、中枢听觉功能评估，以确定老年人的听力水平和听功能的相关情况。

4.1.2 听力损失老年人的早期预防

听力损失老年人的早期预防可以遵医嘱服用抗氧化剂、限制热量摄入、基因检测技术、避免接触耳毒性药物、积极治疗可引起听力下降的全身性疾病等。氧化应激在老年人听力损失的发生发展中起着至关重要的作用，在动物实验中已经证实补充抗氧化剂能延缓听力损失的发生发展。膳食抗氧化剂多酚有助于防止氧化应激产生, 减少了耳蜗细胞的 DNA 氧化损伤, 抑制凋亡信号活化，研究证明使用抗氧化性维生素较多的老人表现出更好的高频听阈水平[58]。热量限制 (Caloric restriction, CR) 是一种保护年龄相关性线粒体功能障碍和减少线粒体 DNA 损伤有效的方法, 能预防耳蜗病变。大量实验已表明热量限制是除遗传操作以外最强有力的延缓衰老方法，有研究发现胆固醇、脂肪和视黄醇摄入较高者表现出较差纯音听阈水平[59]。通过基因检测技术,目前已经发现 140 多个与听力损失相关的基因，一方面为患者提供重要信息和进行个性化和准确的遗传咨询，可以了解自身是否有家族性听力损失致病基因, 从而对发生听力损失的风险进行预测，另一方面采用基因治疗方法，缓解或逆转由于遗传原因引起的听力损失[60]。在生活中, 应避免接触耳毒性药物、噪声等导致听力损失的高危因素, 尤其是预防因突然爆震所引起的气压性内耳损伤[61]，同时还应积极治疗可引起听力下降的全身性疾病, 保持良好的作息规律、远离环境噪音、戒除烟酒、加强身体锻炼及避免应用耳毒性药物可最大限度避免发生老年性耳聋,也是治疗老年性耳聋的基础。如"三高" (高血脂、高血压、高血糖) 和甲状腺疾病等[62]。

4.1.3 听力损失老年人的早期诊断治疗

听力损失老年人的早期治疗包括传统药物治疗、听觉辅助装置治疗、新技术基因治疗和干细胞治疗。传统治疗一般为改善微循环、营养神经等药物，但目前还没有任何药物能制止或逆转衰老过程。有研究[63]发现中医治疗老年人听力损失的效果优于西医，肾虚血瘀是老年人听力损失最主要的病理病机，治疗上当以补肾活血开窍聪耳为主，达到聪耳通窍、补肾益气、活血祛瘀等效果，其中辅助治疗有针灸和物理疗法，采取局部与远端辩证取穴相结合，以加强耳部血液供应，促进微循环，营养神经和改善血管功能，从而减缓老年人听力损失的渐进速度。也有研究表明中西医结合治疗老年人听力损失的疗效显著，包括抗氧化剂、能量补充剂与中医的微波、超短波相结合，可调节血管功能，缓解深层血管痉挛，使小动脉及毛细血管扩张，加速血液循环， 改善内耳缺氧，促进神经纤维再生，修复其传导功能，改善听力阈值[64]。除了传统的药物治疗方式外，还可采用听觉辅助装置，包括助听器和人工耳蜗。助听器基本原理是将外界声音放大，使患者残余的听力得到更大刺激而感受到外界声音，传统助听器作为主要的听力康复干预手段，是改善老年人生活质量的主要办法。耳蜗是近年开发研制的高科技生物医学工程装置，部分双耳重度、极度聋的老年患者可以选择人工耳蜗植入，并能从中获益[65]。基因治疗与干细胞治疗作为新兴医学技术，基础医学的成功实验让人们看到了从根本上防治老年人听力损失的可能性[66]，但干细胞治疗与基因治疗一样，目前还局限于理论及动物实验阶段，其治疗人类内耳疾病的临床应用前景虽然很广阔，但仍然有很长的路要走。总之，听力损失在老年人群中属于多因素疾病，病因复杂，影响因素较多，在基础治疗的基础上还应配合易感因素防治、心理治疗、高压氧治疗等[67]。

4.2 听力损失老年人跌倒的预防干预措施

听力损失老年人与跌倒相关的姿势控制能力的早期评估至关重要，姿势控制能力包括平衡和定向两个方面的内容，可以通过专业人员检查进行主观评估，通过量表的测试进行客观评估[68]，以及通过力量平台进行定量测量[69]，探索姿势控制和跌倒风险的相关性[70]。在评估完成的基础上，有研究发现身体活动是跌倒的保护因素，尤其是伤害性跌倒，所以对存在跌倒风险的老年人可以采取一些基于活动的跌倒预防计划和基于活动的跌倒风险管理策略，通过利用社区医疗资源，宣传听力损失的影响及其跌倒行为的危害，提高听力损失老年人的群体意识和增加其进行身体活动的依从性和积极性，包括太极在内的平衡相关活动，以降低老年人跌倒的风险[71]，有研究表明

综合干预（健康教育、体育锻炼、环境改善）能够提高老年人群的跌倒认知水平及防跌意识，并促进居住环境的改善。步态平衡操联合抗阻训练可以有效改善跌倒高风险老年人平衡能力、运动能力和跌倒效能，降低跌倒风险[72]。以上措施通过身体活动改善平衡和步态速度，提高肌力和体力水平，从而避免跌倒的内在风险因素。

另一方面诸如佩戴助听器以改善听力水平等干预措施已被证明不仅有助于改善听力损失老年人的姿势稳定性，并为避免跌倒提供显著的公共健康益处[73]，而且有助于提升听力损失老年人的生活质量、沟通和认知能力、情感和社交水平，对老年人间接的跌倒预防提供基础[74]。然而，根据中国全国残疾人抽样调查中超过 1500 万听力损失老年人的助听器使用率低于预期。助听器使用不佳的原因包括经济拮据、不熟悉助听器、难以操作助听器，以及老年人对听力损失作为老龄化生活的正常组成部分的传统态度[75]。此外，助听器除了放大想要的声音外，还会放大噪音，从而使用户感到太大声和嘈杂。这种压抑的效果也危及他们对助听器的信念。因此，我们需要认识到，我国老年人听力保健服务还很不完善，未来值得进一步探索。

最后，确定听力损失导致跌倒及相关损害风险的机制，对于开发基于听力的干预措施降低跌倒所致的死亡率至关重要。有证据表明听力损失者使用助听器可以通过提高空间意识和/或减少认知负荷来降低跌倒及相关损害风险，则该机制可用于促进听力损失老年人提高助听器的使用率。此外，更好地识别听力损失导致的跌倒及相关损害机制也有助于采用特定的干预策略，特别是针对不同个体或环境中的不同跌倒风险发生机制[76]。例如降噪算法可以减少沟通过程中的认知负荷[77]，且不同的降噪方法对空间定位有不同的影响[78]，与认知负荷相关的跌倒和相关损害风险通过不同类型的声学处理算法可以得到更好的改善。

5 小结

综上所述，本文通过对听力损失老年人跌倒及相关损害的流行病学特征、发生机制、影响因素以及防治四个方面展开综述，发现目前针对听力损失老年人跌倒及相关损害的研究较少，相关影响因素较多且研究结果不一致，因此应在文献研究的基础上，结合听力损失老年人个体的实际情况，探究其影响因素，并建立跌倒风险预测模型，并通过采取早发现、早诊断、早治疗的应对策略，对于保证该人群的听力损失及跌倒预防，并采取及时有效干预措施至关重要，也对医务工作者提供一定的临床参考。

6 **作者贡献** 刘佳敏负责文章的构思与设计、负责文献 / 资料收集和整理、论文撰写；戴付敏负责文章的质量控制及审校；赵亚莎负责文章的可行性分析；韩琳负责论文修订；所有作者确认了论文的最终稿。
本文无利益冲突。

参考文献

[1] WOOLLACOTT M, SHUMWAY-COOK A.Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research[J].Gait & Posture,2002, 16 (1). DOI: 10.1016/s0966-6362(01)00156-4.

[2] WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO：deafness and hearing loss[EB/OL]. (2019-01-11). https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab_1.

[3] VILJANEN A, KAPRIO J, PYYKKÖ I, et al.Hearing acuity as a predictor of walking difficulties in older women[J].Journal of the American Geriatrics Society,2009, 57 (12): 2282-2286. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2009.02553.x.

[4] 李姗姗.医疗保险缓解中老年家庭医疗负担的效果分析[J] .就业与保障,2020 (24): 183-184.
LI S S. Analysis of the effect of medical insurance on relieving the medical burden of middle-aged and elderly families[J]. Employment and Guarantee,2020 (24): 183-184.

[5] MERCHANT R A, CHEN M Z, WONG B L L, et al.Relationship Between Fear of Falling, Fear-Related Activity Restriction, Frailty, and Sarcopenia[J].Journal of the American Geriatrics Society,2020, 68 (11): 2602-2608. DOI: 10.1111/jgs.16719.

[6] WANG J, LIU D, TIAN E, et al.Is Hearing Impairment Causally Associated With Falls? Evidence From a Two-Sample Mendelian Randomization Study[J].Frontiers In Neurology,2022, 13: 876165. DOI: 10.3389/fneur.2022.876165.

[7] JOSEPH A, KUMAR D, BAGAVANDAS M.A. Review of Epidemiology of Fall among Elderly in India[J].Indian Journal of Community Medicine : Official Publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine,2019, 44 (2): 166-168. DOI: 10.4103/ijcm.IJCM_201_18.

[8] AGMON M, LAVIE L, DOUMAS M.The Association between Hearing Loss, Postural Control, and Mobility in Older Adults: A Systematic Review[J].Journal of the American Academy of Audiology,2017, 28 (6): 575-588. DOI: 10.3766/jaaa.16044.

[9] JIAM N T-L, LI C, AGRAWAL Y.Hearing loss and falls: A systematic review and meta-analysis[J].The Laryngoscope,2016, 126 (11): 2587-2596. DOI: 10.1002/lary.25927.

[10] GALET C, ZHOU Y, EYCK P T, et al.Fall injuries, associated deaths, and 30-day readmission for subsequent falls are increasing in the elderly US population: a query of the WHO mortality database and National Readmission Database from 2010 to 2014[J].Clinical Epidemiology,2018, 10: 1627-1637. DOI: 10.2147/CLEP.S181138.
[11] SAKURAI R, SUZUKI H, OGAWA S, et al.Hearing loss and increased gait variability among older adults[J].Gait & Posture,2021, 87: 54-58. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2021.04.007.
[12] FARZADFAR F, FINUCANE M M, DANAEI G, et al.National, regional, and global trends in serum total cholesterol since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 321 country-years and 3·0 million participants[J].Lancet (London, England),2011, 377 (9765): 578-586. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)62038-7.
[13] ZHOU Y, HU Y, LUO J, et al.Association Between Sensory Loss and Falls Among Middle-Aged and Older Chinese Population: Cross-Sectional and Longitudinal Analyses[J].Frontiers In Medicine,2021, 8: 810159. DOI: 10.3389/fmed.2021.810159.
[14] HEINE C, BROWNING C J, GONG C H.Sensory Loss in China: Prevalence, Use of Aids, and Impacts on Social Participation[J].Frontiers In Public Health,2019, 7: 5. DOI: 10.3389/fpubh.2019.00005.
[15] WORLD HEALTH ORGANIZATION. deafness and hearing loss[EB/OL]. （2019-01-11）.https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab_1..
[16] GRIFFITHS T D, LAD M, KUMAR S, et al.How Can Hearing Loss Cause Dementia?[J].Neuron,2020, 108 (3): 401-412. DOI: 10.1016/j.neuron.2020.08.003.
[17] WU L, VASILIJIC S, SUN Y, et al.Losartan prevents tumor-induced hearing loss and augments radiation efficacy in NF2 schwannoma rodent models[J].Science Translational Medicine,2021, 13 (602). DOI: 10.1126/scitranslmed.abd4816.
[18] SINGH N K, JHA R H, GARGESHWARI A, et al.Altered auditory and vestibular functioning in individuals with low bone mineral density: a systematic review[J].European Archives of Oto-rhino-laryngology : Official Journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : Affiliated With the German Society For Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery,2018, 275 (1). DOI: 10.1007/s00405-017-4768-4.
[19] ECKERT M A, VADEN K I, DUBNO J R.Age-Related Hearing Loss Associations With Changes in Brain Morphology[J].Trends In Hearing,2019, 23: 2331216519857267. DOI: 10.1177/2331216519857267.
[20] CAMPOS J, RAMKHALAWANSINGH R, PICHORA-FULLER M K.Hearing, self-motion perception, mobility, and aging[J].Hearing Research,2018, 369: 42-55. DOI: 10.1016/j.heares.2018.03.025.
[21] WUNDERLICH A, VOGEL O, ŠÖMEN M M, et al.Dual-Task Performance in Hearing-Impaired Older Adults-Study Protocol for a Cross-Sectional Mobile Brain/Body Imaging Study[J].Frontiers In Aging Neuroscience,2021, 13: 773287. DOI: 10.3389/fnagi.2021.773287.
[22] PEELLE J E.Listening Effort: How the Cognitive Consequences of Acoustic Challenge Are Reflected in Brain and Behavior[J].Ear and Hearing,2018, 39 (2): 204-214. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000494.
[23] CARR S, PICHORA-FULLER M K, LI K Z H, et al.Effects of age on listening and postural control during realistic multi-tasking conditions[J].Human Movement Science,2020, 73: 102664. DOI: 10.1016/j.humov.2020.102664.
[24] ROSS J M, BALASUBRAMANIAM R.Auditory white noise reduces postural fluctuations even in the absence of vision[J].Experimental Brain Research,2015, 233 (8): 2357-2363. DOI: 10.1007/s00221-015-4304-y.
[25] BANG S-H, JEON J-M, LEE J-G, et al.Association Between Hearing Loss and Postural Instability in Older Korean Adults[J].JAMA Otolaryngology-- Head & Neck Surgery,2020, 146 (6): 530-534. DOI: 10.1001/jamaoto.2020.0293.
[26] 李莎, 冯洁, 任杰. 老年人选择性注意运动干预及评估方法[J].中国老年学杂志,2021, 41 (16): 3610-3615. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.16.061.
LI S, FENG J, REN J. Selective attentional exercise intervention and evaluation methods for the elderly [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2021, 41 (16): 3610-3615. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.16.061.
[27] HEITZ E R, GIANATTASIO K Z, PRATHER C, et al.Self-Reported Hearing Loss and Nonfatal Fall-Related Injury in a Nationally Representative Sample[J].Journal of the American Geriatrics Society,2019, 67 (7): 1410-1416. DOI: 10.1111/jgs.15849.
[28] SMITH-RYAN A E, CABRE H E, MOORE S R.Active Women Across the Lifespan: Nutritional Ingredients to Support Health and Wellness[J].Sports Medicine (Auckland, N.Z.),2022. DOI: 10.1007/s40279-022-01755-3.
[29] 王昌军, 尹宏. 肌肉组织和脂肪组织对绝经后女性骨密度及骨强度的影响及作用机制[J]. 中国骨质疏松杂志,2019,

25 (10): 1502-1508. DOI:10.3969/j.issn.1006-7108.2019.10.029.
WANG C J, YIN H. Effect and mechanism of muscle tissue and adipose tissue on bone mineral density and bone strength in postmenopausal women[J]. Chinese Journal of Osteoporosis,2019, 25 (10): 1502-1508. DOI:10.3969/j.issn.1006-7108.2019.10.029.
[30]SHUKLA A, HARPER M, PEDERSEN E, et al.Hearing Loss, Loneliness, and Social Isolation: A Systematic Review[J].Otolaryngology--head and Neck Surgery : Official Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery,2020, 162 (5): 622-633. DOI: 10.1177/0194599820910377.
[31] POWELL D S, MORALES E E G, PLETNIKOVA S, et al.Self-Report Hearing and Injury or Falls in Older Adults from the National Health and Information Survey[J].Seminars In Hearing,2021, 42 (1): 66-74. DOI: 10.1055/s-0041-1726016.
[32] LIN F R, FERRUCCI L.Hearing loss and falls among older adults in the United States[J].Archives of Internal Medicine,2012, 172 (4): 369-371. DOI: 10.1001/archinternmed.2011.728.
[33] KIM S Y, LEE J K, SIM S, et al.Hearing impairment increases the risk of distal radius, hip, and spine fractures: A longitudinal follow-up study using a national sample cohort[J].PloS One,2018, 13 (2): e0192820. DOI: 10.1371/journal.pone.0192820.
[34] LUBETZKY A V.Balance, Falls, and Hearing Loss: Is It Time for a Paradigm Shift?[J].JAMA Otolaryngology-- Head & Neck Surgery,2020, 146 (6): 535-536. DOI: 10.1001/jamaoto.2020.0415.
[35] FENG L, WU D, LIN J, et al.Associations between age-related hearing loss, cognitive decline, and depression in Chinese centenarians and oldest-old adults[J].Therapeutic Advances In Chronic Disease,2022, 13: 20406223221084833. DOI: 10.1177/20406223221084833.
[36] SAXBY C, KOUMPA F, MOHAMED S, et al.The use of magnetic resonance imaging in the investigation of patients with unilateral non-pulsatile tinnitus without asymmetrical hearing loss[J].The Journal of Laryngology and Otology,2021, 135 (8): 680-683. DOI: 10.1017/S002221512100150X.
[37] 夏清清, 焦青山, 李佳楠, 等. 不对称性听力损失人工耳蜗植入 2 例及文献复习 [J].中华耳科学杂志,2021, 19 (02): 403-405. DOI:10.3969/j.issn.1672-2922.2021.02.043.
XIA Q Q, JIAO Q S, LI J N, et al. Cochlear implant with asymmetric hearing loss: two cases and literature review[J]. Chinese Journal of Otology,2021, 19 (02): 403-405. DOI:10.3969/j.issn.1672-2922.2021.02.043.
[38] 陈雅丽, 王鑫, 刘晓旭, 等. 职业性噪声暴露对汽车制造业工人不对称性听力损失的影响[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2019 (04): 260-264. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2019.04.004.
CHEN Y L, WANG X, LIU X X, et al. Effects of occupational noise exposure on asymmetric hearing loss in automotive workers[J]. Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases,2019 (04): 260-264. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2019.04.004.
[39] BEHTANI L, FUENTE A, IANISZEWSKI A, et al.Right-Ear Advantage for Unaided and Aided Speech Perception in Noise in Older Adults[J].The Journal of International Advanced Otology,2021, 17 (2): 115-120. DOI: 10.5152/JIAO.2021.8343.
[40] GIRARD S A, LEROUX T, VERREAULT R, et al.Falls risk and hospitalization among retired workers with occupational noise-induced hearing loss[J].Canadian Journal On Aging = La Revue Canadienne Du Vieillissement,2014, 33 (1): 84-91. DOI: 10.1017/S0714980813000664.
[41] SZETO B, ZANOTTO D, LOPEZ E M, et al.Hearing Loss Is Associated with Increased Variability in Double Support Period in the Elderly[J].Sensors (Basel, Switzerland),2021, 21 (1). DOI: 10.3390/s21010278.
[42] SAKURAI R, KAWAI H, YANAI S, et al.Gait and Age-Related Hearing Loss Interactions on Global Cognition and Falls[J].The Laryngoscope,2022, 132 (4): 857-863. DOI: 10.1002/lary.29898.
[43] RUMALLA K, KARIM A M, HULLAR T E.The effect of hearing aids on postural stability[J].The Laryngoscope,2015, 125 (3): 720-723. DOI: 10.1002/lary.24974.
[44] VITKOVIC J, LE C, LEE S-L, et al.The Contribution of Hearing and Hearing Loss to Balance Control[J].Audiology & Neuro-otology,2016, 21 (4): 195-202. DOI: 10.1159/000445100.
[45] CRITER R E, GUSTAVSON M.Subjective Hearing Difficulty and Fall Risk[J].American Journal of Audiology,2020, 29 (3): 384-390. DOI: 10.1044/2020_AJA-20-00006.
[46] ROCHA L V, MARTINELLI M C.Cognition and benefit obtained with hearing aids: a study in elderly

people[J].CoDAS,2020, 32 (2): e20180259.DOI: 10.1590/2317-1782/20192018259.
[47] LACERDA C F, SILVA L O E, DE TAVARES CANTO R S, et al.Effects of hearing aids in the balance, quality of life and fear to fall in elderly people with sensorineural hearing loss[J].International Archives of Otorhinolaryngology,2012, 16 (2): 156-162. DOI: 10.7162/S1809-97772012000200002.
[48] PARIETTI-WINKLER C, LION A, MONTAUT-VERIENT B, et al.Effects of Unilateral Cochlear Implantation on Balance Control and Sensory Organization in Adult Patients with Profound Hearing Loss[J].BioMed Research International,2015, 2015: 621845. DOI: 10.1155/2015/621845.
[49] KACZMARCZYK K, BŁAŻKIEWICZ M, WISZOMIRSKA I, et al.Assessing Gait Stability before and after Cochlear Implantation[J].BioMed Research International,2019, 2019: 2474273. DOI: 10.1155/2019/2474273.
[50] BERGE J E, NORDAHL S H G, AARSTAD H J, et al.Hearing as an Independent Predictor of Postural Balance in 1075 Patients Evaluated for Dizziness[J].Otolaryngology--head and Neck Surgery : Official Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery,2019, 161 (3): 478-484. DOI: 10.1177/0194599819844961.
[51] ABE-FUJISAWA I, MAEDA Y, TAKAO S, et al.Subjective Evaluation of Balance by the Dizziness Handicap Inventory Does Not Predict Fall Risk in Older Adults Visiting Otolaryngology Clinics[J].The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology,2021, 130 (9): 990-995. DOI: 10.1177/0003489420987972.
[52] ZHANG H L, GONG X C, HAO X J, et al.[Investigation of hearing loss and speech recognition ability of the elderly and analysis of its high risk factors][J].Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi = Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery,2019, 54 (2): 116-120. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2019.02.004.
[53] COSH S, HELMER C, DELCOURT C, et al.Depression in elderly patients with hearing loss: current perspectives[J].Clinical Interventions In Aging,2019, 14: 1471-1480. DOI: 10.2147/CIA.S195824.
[54] LOUGHREY D G, KELLY M E, KELLEY G A, et al.Association of Age-Related Hearing Loss With Cognitive Function, Cognitive Impairment, and Dementia: A Systematic Review and Meta-analysis[J].JAMA Otolaryngology-- Head & Neck Surgery,2018, 144 (2): 115-126. DOI: 10.1001/jamaoto.2017.2513. DOI: 10.1001/jamaoto.2017.2513.
[55] 黄治物, 杨璐.老年性聋的早期发现、诊断和预防[J]. 中华耳科学杂志,2018, 16 (03): 382-388. DOI:10.3969/j.issn.1672-2922.2018.03.024.
HUANG Z W, YANG L. Early detection, diagnosis and prevention of presbycusis[J].Chinese Journal of Otology,2018, 16 (03): 382-388. DOI:10.3969/j.issn.1672-2922.2018.03.024.
[56] DUCHÊNE J, BILLIET L, FRANCO V, et al.Validation of the French version of HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly - Screening) questionnaire in French over-60 year-olds[J].European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases,2022, 139 (4): 198-201. DOI: 10.1016/j.anorl.2021.11.003.
[57] PEER S, FAGAN J J.Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool[J].South African Medical Journal = Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Geneeskunde,2015, 105 (1): 35-39. DOI: 10.7196/samj.8338.
[58] SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ C, CUADRADO E, RIESTRA-AYORA J, et al.Polyphenols protect against age-associated apoptosis in female rat cochleae[J].Biogerontology,2018, 19 (2): 159-169. DOI: 10.1007/s10522-018-9747-7.
[59] LEE J, LEE J-H, YOON C, et al.Relationship between Nutrient Intake and Hearing Loss According to the Income Level of Working-Aged Adults: A Korean National Health and Nutrition Survey[J].Nutrients,2022, 14 (8). DOI: 10.3390/nu14081655.
[60] YANG T, GUO L, WANG L, et al.Diagnosis, Intervention, and Prevention of Genetic Hearing Loss[J].Advances In Experimental Medicine and Biology,2019, 1130: 73-92. DOI: 10.1007/978-981-13-6123-4_5
[61] SLIWINSKA-KOWALSKA M.New trends in the prevention of occupational noise-induced hearing loss[J].International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health,2020, 33 (6): 841-848. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01600.
[62] SAMOCHA-BONET D, WU B, RYUGO D K.Diabetes mellitus and hearing loss: A review[J].Ageing Research Reviews,2021, 71: 101423. DOI: 10.1016/j.arr.2021.101423.
[63] 陈家麟.补肾活血在老年性耳聋患者治疗中的应用[J]. 医疗装备,2016, 29 (11): 156-157. DOI:10.3969/j.issn.1002-2376.2016.11.108.
CHEN J L. Application of tonifying kidney and promoting blood circulation in the treatment of senile deafness[J]. Medical Equipment,2016, 29 (11): 156-157. DOI:10.3969/j.issn.1002-2376.2016.11.108.

[64] 王桃娇, 丁海峰, 马晶, 等. 老年性耳聋听力损失程度调查及中医辨证分型与治疗[J]. 中国老年学杂志,2011, 31 (15): 2840-2842.
WANG T J, DING H F,MA J, et al. Investigation of hearing loss degree of senile deafness and TCM syndrome differentiation and treatment[J]. Chinese Journal of Gerontology,2011, 31 (15): 2840-2842.
[65] WELLS T S, NICKELS L D, RUSH S R, et al.Characteristics and Health Outcomes Associated With Hearing Loss and Hearing Aid Use Among Older Adults[J].Journal of Aging and Health,2020, 32 (7-8): 724-734. DOI: 10.1177/0898264319848866.
[66] NOURBAKHSH A, COLBERT B M, NISENBAUM E, et al.Stem Cells and Gene Therapy in Progressive Hearing Loss: the State of the Art[J].Journal of the Association For Research In Otolaryngology : JARO,2021, 22 (2). DOI: 10.1007/s10162-020-00781-0.
[67] 刘宸箐, 侯晓丰, 翟所强, 等. 老年性耳聋的防治进展[J].中华耳科学杂志,2015, 13 (01): 166-170. DOI:10.3969/j.issn.1672-2922.2015.01.032.
LIU C Q, HOU X F, ZHAI S Q, et al. Progress in the prevention and treatment of presbycusis[J]. Chinese Journal of Otology,2015, 13 (01): 166-170. DOI:10.3969/j.issn.1672-2922.2015.01.032.
[68] SAHIN I E, GUCLU-GUNDUZ A, YAZICI G, et al.The sensitivity and specificity of the balance evaluation systems test-BESTest in determining risk of fall in stroke patients[J].NeuroRehabilitation,2019, 44 (1): 67-77. DOI: 10.3233/NRE-182558.
[69] 王疆娜, 孙威.老年女性太极拳锻炼者行走楼梯时身体姿势控制特征：双任务范式的生物力学分析[J].中国组织工程研究,2022, 26 (03): 383-389. DOI:10.12307/2022.063.
WANG J N, SUN W. Body postural control characteristics of elderly female Taijiquan exercisers walking stairs: Biomechanical analysis of the dual-task paradigm[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research,2022, 26 (03): 383-389. DOI:10.12307/2022.063.
[70] MAGNANI P E, GENOVEZ M B, PORTO J M, et al.Use of the BESTest and the Mini-BESTest for Fall Risk Prediction in Community-Dwelling Older Adults Between 60 and 102 Years of Age[J].Journal of Geriatric Physical Therapy (2001),2020, 43 (4): 179-184. DOI: 10.1519/JPT.0000000000000236.
[71] SHERRINGTON C, FAIRHALL N, KWOK W, et al.Evidence on physical activity and falls prevention for people aged 65+ years: systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour[J].The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity,2020, 17 (1): 144. DOI: 10.1186/s12966-020-01041-3.
[72] 贾金丽, 潘爱红, 魏道琳, 等. 步态平衡操联合抗阻训练对跌倒高风险老年人平衡能力、运动能力和跌倒效能的影响[J].实用预防医学,2022, 29 (10): 1229-1232. DOI:10.3969/j.issn.1006-3110.2022.10.018.
JIA J L, PAN A H, WEI D L, et al. Effects of gait balance exercise combined with resistance training on balance ability, movement ability and fall efficiency of elderly people at high risk of falls [J].Practical Preventive Medicine,2022, 29 (10): 1229-1232. DOI:10.3969/j.issn.1006-3110.2022.10.018.
[73] ERNST A, BASTA D, MITTMANN P, et al.Can hearing amplification improve presbyvestibulopathy and/or the risk-to-fall ?[J].European Archives of Oto-rhino-laryngology : Official Journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : Affiliated With the German Society For Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery,2021, 278 (8): 2689-2694. DOI: 10.1007/s00405-020-06414-9.
[74] FORTUNATO S, FORLI F, GUGLIELMI V, et al.A review of new insights on the association between hearing loss and cognitive decline in ageing[J].Acta Otorhinolaryngologica Italica : Organo Ufficiale Della Societa Italiana Di Otorinolaringologia E Chirurgia Cervico-facciale,2016, 36 (3): 155-166. DOI: 10.14639/0392-100X-993.
[75] HE P, WEN X, HU X, et al.Hearing Aid Acquisition in Chinese Older Adults With Hearing Loss[J].American Journal of Public Health,2018, 108 (2): 241-247. DOI: 10.2105/AJPH.2017.304165
[76] LUNDBECK M, HARTOG L, GRIMM G, et al.Influence of Multi-microphone Signal Enhancement Algorithms on the Acoustics and Detectability of Angular and Radial Source Movements[J].Trends In Hearing,2018, 22: 2331216518779719. DOI: 10.1177/2331216518779719.
[77] SARAMPALIS A, KALLURI S, EDWARDS B, et al.Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction[J].Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR,2009, 52 (5): 1230-1240. DOI: 10.1044/1092-4388(2009/08-0111).

[78] VAN DEN BOGAERT T, DOCLO S, WOUTERS J, et al.The effect of multimicrophone noise reduction systems on sound source localization by users of binaural hearing aids[J].The Journal of the Acoustical Society of America,2008, 124 (1): 484-497. DOI: 10.1121/1.2931962.